

Sprayfehler zuverlässig erkennen

Um hohen Qualitätsansprüchen und steigenden Stückzahlen in der Produktion gerecht zu werden, rückt der Zerstäubungsprozess vermehrt in den Fokus. Bislang wurde zur Qualitätssicherung oft noch auf das Sprühbild zurückgegriffen. Neue Messmethoden helfen Lackierbetrieben, das Spray jederzeit im Blick zu behalten und mit Kennzahlen quantitativ zu beschreiben.

Aaron Oberthür

In Zusammenarbeit mit einem namhaften Automotive-Zulieferer hat AOM-Systems pneumatische Zerstäuber und Hochrotationszerstäuber mithilfe der optischen Messtechnologie SpraySpy untersucht. Im Folgenden wird gezeigt, dass selbst kleine Veränderungen der Betriebsparameter der Zerstäuber anhand der gemessenen Sprayparameter zu erkennen sind. Gezielte Veränderungen der Betriebsparameter simulieren beispielhaft typische Fehlerquellen in der Produktion.

Diese können sehr unterschiedliche Ursachen haben: Menschliches Versagen, Positionierfehler, Schwankungen der Lackzusammensetzung, Variation der Umgebungsparameter oder Verschleiß der Düsen.

Das eingesetzte inline- und ATEX-fähige Messsystem SS20V125A ermöglicht es, Tropfengröße, Tropfengeschwindigkeit und Tropfenanzahl (Anzahl der Tropfen im Messvolumen pro Zeiteinheit) des Sprays gleichzeitig zu erfassen.

Messung am pneumatischen Zerstäuber

Das mit weißem Basecoat erzeugte Spray des pneumatischen Zerstäubers wurde in Zerstäubungsrichtung im Abstand von 10 cm vom Düsenausgang erfasst (*Bild 2*). Die Betriebsparameter Zerstäubungsluft, Hornluft und Lackdurchflussmenge wurden um einen produktionsnahen Referenzpunkt in 5 %-Schritten nach *Tabelle 1* variiert.



Bild 1 > Versuche mithilfe einer optischen Messtechnologie am Hochrotationszerstäuber.



Bild 2 > Messung am pneumatischen Zerstäuber (links).

Während die Parameter Tropfengröße und Tropfengeschwindigkeit bei Änderungen der Lackdurchflussmenge und der Zerstäubungsluft nur geringfügig variieren, beschreibt die Tropfenanzahl bei Veränderung der Lackdurchflussmenge einen parabelähnlichen Verlauf mit einem Minimum bei 285 mL/min (Bild 3 links).

Die Tropfenanzahl verhält sich hingegen bei Zunahme der Zerstäubungsluft nahezu linear (Bild 3 rechts). Eine Steigerung um 5 % ergibt eine Zunahme der Tropfenanzahl um circa 926 Tropfen/s. Dieser direkte Zusammenhang zwischen der Anzahl der Tropfen und der Zerstäubungsluft bei gleichzeitig nur geringer Steigerung der Tropfengeschwindigkeit (um circa 0,3 m/s) und der Tropfengröße (um circa 0,5 µm) lässt darauf schließen, dass sich der ursprüngliche Punkt im Spray, an dem gemessen wurde, verschoben hat. An diesem Punkt befindet sich nun ein Teil des Sprays mit höherer Tropfenanzahldichte. Der Sprühkegel ist schmaler geworden. Bei Veränderungen der Hornluft variieren alle drei Parameter deutlich. Tropfengröße und Tropfengeschwindigkeit verhalten sich wie erwartet umgekehrt proportional zueinander (Bild 4 links). Die Tropfenanzahl hingegen nimmt trotz konstanter Lackmenge ab (Bild 4 rechts). Dieses zunächst widersprüchliche Verhalten wird verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die Hornluft die Form des Sprays stark beeinflusst. Mit zunehmender Hornluft wird es in einer Ebene immer stärker zusammengedrückt. In der zweiten Ebene

nimmt gleichzeitig der Spraywinkel zu. Es befinden sich also weniger Tropfen im Messpunkt.

Messung am Hochrotationszerstäuber

Wie zuvor wurden auch am Hochrotationszerstäuber (Bild 1) die Betriebsparameter Lackdurchflussmenge (weißer Basecoat), Zerstäubungsluft 1, Zerstäubungsluft 2 und Rotationsgeschwindigkeit der Glocke in 5 %-Schritten variiert (Tabelle 2). Die Messposition befindet sich nun von der Zerstäuberachse verschoben in einem Messabstand von 7 cm vom Glockenrand entfernt.

Wie erwartet steigen Tropfenanzahl und Tropfendurchmesser nahezu linear mit der Lackdurchflussmenge an (Bild 5 links). Bei Veränderungen der Rotationsgeschwindigkeit hingegen sinkt der Durchmesser und die Tropfenanzahl steigt an (Bild 5 rechts). Die Tropfengeschwindigkeit bleibt dabei nahezu konstant mit einer positiven Steigung von 0,1 m/s pro 5 % Änderung der Lackdurchflussmenge.

Die Tropfengeschwindigkeit bleibt bei einer Änderung der Lackdurchflussmenge nahezu konstant mit einer positiven Steigung von 0,1 m/s pro 5 %. Bei einer Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit weist sie hingegen eine leicht abnehmende Tendenz von -0,2 m/s pro 5 % auf. Da die Tropfengröße gleichzeitig abnimmt und kleinere Tropfen aufgrund ihrer geringen Massenträgheit stärker abgebremst wer-

Abweichung	-10 %	-5 %	Ref. Punkt	5 %	10 %
Betriebsparameter					
Lackdurchflussmenge [mL/min]	270	285	300	315	330
Zerstäubungsluft [NL/min]	180	190	200	210	220
Hornluft [NL/min]	270	285	300	315	330

Tabelle 1 > Betriebsparameter pneumatischer Zerstäuber.

Abweichung	-5 %	Ref. Punkt	5 %
Betriebsparameter			
Lackdurchflussmenge [mL/min]	285	300	315
Formluft 1 [NL/min]	285	300	315
Formluft 2 [NL/min]	285	300	315
Rotationsgeschwindigkeit der Glocke [krpm]	23	25	27

Tabelle 2 > Betriebsparameter Hochrotationszerstäuber.

The no. 1 trade journal for adhesives and sealings technologies.

Register now!

adhesion ADHESIV SEALANT
The Trade Journal for Industrial Adhesives and Sealants

Technical Quality Assurance
The new DIN 52995-2 test series as a non quality entrance

Quality Assurance
DIN 2204 implements legal requirements

Vacuum Insulation Panels
The production of VIP panels is performed by water adhesion

Treatment of LED lights
Turn to the Future

www.my-specialized-knowledge.com/adhesion

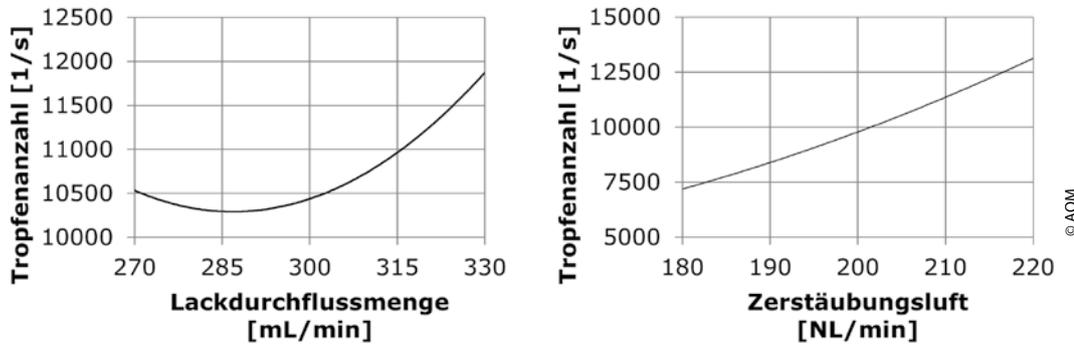


Bild 3 > Pneumatischer Zerstäuber: Verlauf der Tropfenanzahl über die Lackdurchflussmenge (links) und über die Zerstäubungsluft (rechts).

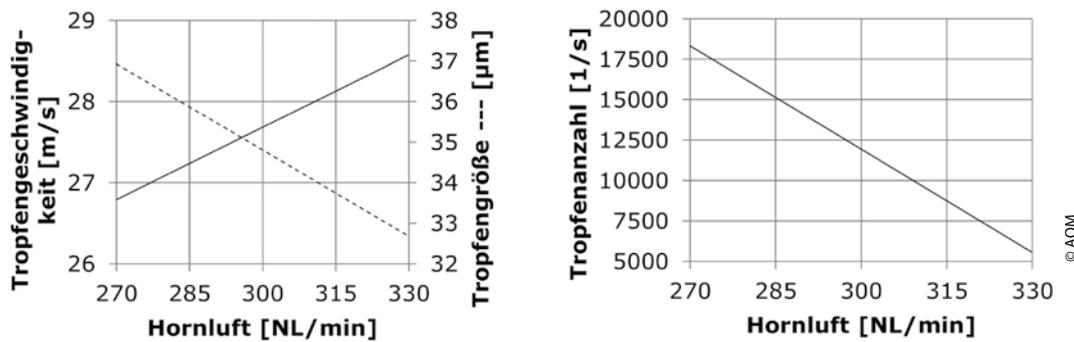


Bild 4 > Pneumatischer Zerstäuber: Verlauf von Tropfengeschwindigkeit und Tropfengröße (gestrichelt) über die Variation der Hornluft (links) und der Verlauf der Tropfenanzahl (rechts).

den als größere Tropfen, ist auch dieses Phänomen nachvollziehbar.

Durch Erhöhung der Formluft 1 sinkt die Tropfenanzahl linear ab, während die Tropfengröße zunimmt (Bild 6). Die hier an der Tropfenentstehung beteiligten dynamischen Kräfte (Fliehkraft, Oberflächenspannung der Flüssigkeit, sowie die aerodynamischen Kräfte durch die Formlüfte) stehen in einem sich ständig ändernden Gleichgewicht, dessen Verhalten hier nicht analysiert werden kann.

Aktuell untersucht das Projekt „Ressourceneffiziente Beschichtung mit Hilfe innovativer Hochrotationszerstäuber (ESTA)“ des DFO-Fachausschusses „Automatisierungs- und Prozesstechnik“ verwandte Phänomene.

Die Tropfengeschwindigkeit bleibt nahezu konstant zwischen 8,4 m/s und 8,8 m/s bei Änderungen der Formluft 1, sowie der Formluft 2 mit leicht steigender Tendenz. Dieses Verhalten ist plausibel, da Formluft 1 vor allem für den Tropfenabriss und -zerfall ausschlaggebend ist. Formluft 2

lenkt das Spray um und hat nur einen geringen Einfluss auf dessen Geschwindigkeit. Die zusätzlich zugeführte Lackmenge trägt keine kinetische Energie in das System ein. Im Gegenteil, durch die zusätzliche Masse muss der Motor für die Glocke zusätzliche Energie bereitstellen, um die Drehzahl konstant zu halten.

Insgesamt betrachtet haben geringe Veränderungen bis zu 5% der Formluft 2 nur einen geringen Einfluss auf die Sprayparameter.

Zusammenfassung

Bereits mit dieser kurzen Messreihe konnte für beide Zerstäuber ein klarer Zusammenhang zwischen den Betriebsparametern und den gemessenen Sprayparametern festgestellt werden (Tabelle 3). Für den pneumatischen Zerstäuber zeigte sich ein linearer Zusammenhang zwischen der Zerstäubungsluft und der Tropfenanzahl. Zudem wurde eine deutliche Korrelation zwischen den drei Sprayparametern und

der Variation der Hornluft gefunden. Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Lackdurchflussmenge das Spray nur wenig beeinflusst. Beim Hochrotationszerstäuber wurde wie erwartet ein starker Einfluss der Rotationsgeschwindigkeit auf die Tropfenparameter festgestellt. Hohe Rotationsgeschwindigkeiten reduzieren immer die Tropfengröße. Zudem konnte eine Korrelation zwischen der Tropfenanzahl und der Lackdurchflussmenge sowie der Formluft 1 festgestellt werden. Die Tropfengeschwindigkeit wird von den hier variierten Betriebsparametern nur sehr gering beeinflusst.

Das Messsystem SS20V125A von AOM-Systems kann Veränderungen des Lack-Sprays aufgrund variierender Betriebsparameter schon ab 5 % Änderung zuverlässig erfassen und das obwohl bereits der Gesamtfehler des Roboters mit 2,5 % (Herstellerangabe) einen ähnlich großen Wert aufweist. Die hohe Sensitivität des Systems sowie die zeitgleiche Erfassung mehrerer Sprayparameter ermög-

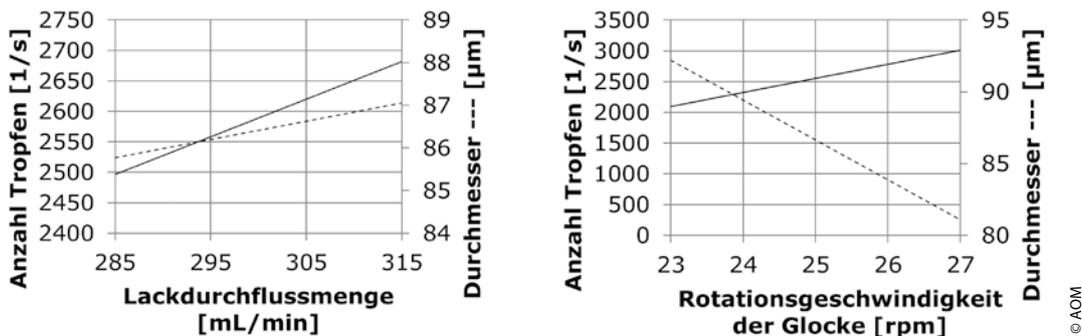


Bild 5 > Hochrotationszerstäuber: Verlauf von Tropfenanzahl und Tropfendurchmesser bei steigender Lackdurchflussmenge (links) und der Verlauf bei steigender Rotationsgeschwindigkeit der Glocke (rechts).

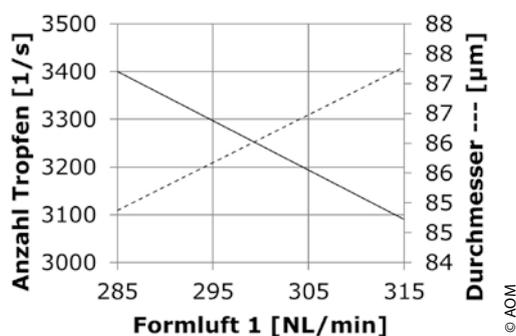


Bild 6 > Hochrotationszerstäuber: Verlauf der Tropfenanzahl und des Tropfendurchmessers bei steigender Formluft 1.

lichen die zuverlässige und augenblickliche Detektion von Sprayfehlern. Durch die ATEX und HV-fähige Baureihe von SpraySpy ist es erstmals möglich, ein solches System zur Inline-Qualitäts-Kontrolle einzusetzen und auch kleine Abweichungen im Spray zu erkennen. Auch der

vollautomatisierte Regelkreis für Lackieranwendungen rückt damit ein Stück näher. Ein entscheidender Beitrag zur vollständig automatisierten, vernetzten Lackierstraße 4.0. // *ESTA ist ein IGF-Projekt, das durch das BMWi gefördert wird.*

Der Autor

Aaron Oberthür
 Entwicklungsingenieur
 AOM-Systems GmbH
 Griesheim
 Tel. +49 6155 7952143
 info@aom-systems.com
 www.aom-systems.com



Zerstäuber	Betriebsparameter	Einfluss auf die Tropfendynamik im Spray
Pneumatischer Zerstäuber	Lackdurchflussmenge	Schwach
	Zerstäubungsluft	Mittel
	Hornluft	Stark
Hochrotationszerstäuber	Lackdurchflussmenge	Mittel
	Formluft 1	Mittel
	Formluft 2	Schwach
	Rotationsgeschwindigkeit der Glocke	Sehr stark

Kontakt

Ernst Hermann Timmermann,
 Deutsche Forschungsgesellschaft für
 Oberflächenbehandlung e.V., Neuss
 Tel. 02131 4081110
 timmermann@dfo-service.de
 www.dfo-online.de

Tabelle 3 > Einfluss der Betriebsparameter auf die Tropfendynamik im Spray eines pneumatischen Zerstäubers und eines Hochrotationszerstäubers.